

# 「おもしろ科学まつり」における学生の実践的能力の育成過程

## A Supervising Process to Improve Student's Practical Ability in a Youngster's Science Festival

神田 和香子、 宮 永 健 史

(和歌山大学教育学部)

Wakako KANDA and Takeshi MIYANAGA

Faculty of Education, Wakayama University

2004年10月12日受理

Students of our faculty participated in a youngster's science festival in Wakayama to develop their practical ability, a skill of employing scientific teaching materials with some explanations. Their supervisors (=authors) supported their exercises. To have a foresight on the festival and to make an appropriate preparation, the students went to see other science festivals in summer vacation and wrote a report. At that time, they began their preparation for the festival held in autumn and made an explanation on their performance for a guidebook of the festival. The supervisors gave them some advises and helped them to have their scientific experiments. On the two days of performance, the students showed the experiments and talked with visitors. They attempted to improve on their performances and their explanations. After that, they wrote another report to look back and to summarize the festival.

### 1. はじめに

2000年（平成12年）以降、毎年開催されている「おもしろ科学まつり」・和歌山大会（以下、「科学まつり」とする。また、他府県、および一般の同様の催しについては「科学の祭典」とする。）に本学部の授業（「中等理科教育法B」）として学生を参加させている。これまで試行錯誤してきた学生の指導方法の変遷について述べる。

最初の年、学生は、出展する小、中、高校の先生方の指導を受けながら、先生方と組んで出展したのだが、「科学まつり」後の反省会で、学生が「自分達だけで企画から出展まで、すべてを行う形で参加したかった。」という積極的な意見が多く出された。この年はマリナシティのわかやま館で初めて催す「科学まつり」で、指導者側（著者ら）が全体の運営に追われ、学生の出展の指導ができなかったこと、お願いした小、中、高校の先生方の指導にばらつきがあったことなど、指導面で至らなかった。また、当日の運営面にもいろいろ問題があった。にもかかわらず、学生の反応は良く、このようなイベントへの参加型授業における理科教材の研究、およびそれを用いた教授法の実践的育成の可能性を予感させた。

そこで次の年からは、企画の段階から直接、学生を指導して出展させることにした。4～5名で班を作り

話し合っ、企画案を指導者に提出する。計画に無理がないかを検討した後、予備実験を行ってガイドブックの原稿を作成する。その後、観客を想定した本格的な準備に入り、いよいよ当日（2日間）を迎える、という段取りである。実際にやってみるといろいろな問題が生じ、それらに対処しながら、毎年指導法を改良してきた。以下に詳しく述べる。

### 2. 変則的な授業日程

「科学まつり」は、これまでは11月の中旬から12月の初旬に開催されてきた。時期の決定には、「科学まつり」を「中等理科教育法B」（後期、2年生の受講者が多い）の単位として認めたい、という理由が大きい。また、3、4年時の教育実習に役立ててほしいという、指導者側の期待がある。加えて、小、中、高校の先生方の都合を勘案して、開催日が決められている。これに合わせて、まず、「科学まつり」の実行委員会が組織され、第1回の委員会が6月初旬に開かれて大まかなスケジュールが決められる。学生を参加させるためには、6月の下旬から「中等理科教育法B」の受講募集を始め、7月の初旬に締め切って受講者を集め、ガイダンスを行う。このとき、登録もれがないように、正式な受講登録は後期の登録期間に行うように指導する（なお、このような変則的な手続きについては、4月

の新2年生のガイダンスでも知らせている。)。次に、当日までの日程を示し、どのような作業が必要か知らせる。土、日曜に出席しなければならないときがあるので、クラブ活動やアルバイト等、調整しておくように指導する。さらに、「科学まつり」がどのようなものかについて、ビデオ等用いながら説明する。やる気のある者にとっては収穫の多い授業だけれども、作業量が普通の授業に比べ、大変に多いこと、授業時間以外にも自主的に活動しなければ間に合わないことを、まず、ことわっておく。その後、4～5人ずつで、班を作ってもらい。これまでに行われてきた「科学まつり」、および「科学の祭典」の資料を参考にして班ごとに話し合い、2～3週間内で何を展覧するか決めて発表する、と予告する。決定にあたっては、事前に必ず指導者と相談し、実行可能かどうかチェックしてもらうように指示する。

7月の中旬から下旬にかけて、決定した展覧題目の発表会を行い、みんなで内容を検討する。会場の都合で、衛生面や安全面には十分配慮しなければならない。例えば、人体に危害を及ぼす薬品等を用いた実験等は避ける、子どもが安全に簡単に実施できるかなどを見ていく。それが終わったら、9月中旬に締めきりの「科学まつり」のガイドブックに載せる原稿作成のために、夏休み中に班ごとに集まって実験を行うように指示する。また、「科学まつり」とはどのようなものかを実感してもらうために、休み中に近畿圏内で行われる他府県の「科学の祭典」を見学し、指導者が与える課題に従ってレポートを作成してもらう。このレポートについては後述する。学生は9月中旬にガイドブックの原稿を指導を受けながら作成し、「科学まつり」実行委員会に提出する。

10月に入り、後期開始の授業で、作成したレポートをもとに「科学の祭典見学発表会」を行い、興味を持った展覧や、参考になったことなどを発言してもらう。その後、自分達の準備の進捗状況を述べ、今後どのような準備作業が必要かを確認する。「科学まつり」当日までの約2ヶ月間の授業は、班ごとに準備活動に当てる他、「科学まつり」に必要な用具作成の一端を担ってもらっている。例えば、アンケート箱や掲示物の作成である。

「科学まつり」の一週間前の土曜日の午前中には、出展者全員が出席する全体の打ち合わせ会が、会場となる「わかやま館」の一室を借りて行われ、学生も全員参加する。このときは、開催に向けてのブースの位置や用具等の最終調整が行われる。学生達も会場を歩き回ってブースを出す場所を確認したり、学校の先生方も多数参加されているので、だんだん実感がわいてくるようである。開催前日の金曜日からは会場を借り切って朝から準備が始まる。学生は午前中あるいは5・6限まで授業のある者が多いので、会場に到着し

て準備する時間は限られている。「わかやま館」は17時30分には完全閉館となるので、それまでにすべて終了するように、学生には事前に指導している。大がかりな装置を運びこんで設置しなければならない班は大変で、なんとか間に合わせようと懸命にやっていた。

開催当日、9時30分からの開場に向けて、関係者、出展者たちは8時すぎから準備に入り、9時からの開会式を経て、いよいよ観客を迎える。途中、出展者全員に用意された昼食(弁当)、および適当な休憩をはさんで、1日目は16時30分まで、2日目は16時まで展覧するが、休む間はほとんどなく、他の出展を見学に行くのに時間を割くのがやっとなという忙しさである。多数の観客が次々に来られ、説明したり、質問に答えたり、応対に懸命である。2日目が終わると直ちに撤収、あとかたづけが行われ、その場で解散、おのこの大学まで荷物を運んで帰宅する。「科学まつり」後、1回、ないしは2回の授業は休講とし、その間に指導者が課すレポート(後述)を作成し、それを携えて12月に開かれる反省会に参加し、報告発表を行う。学生の「科学まつり」はこれで終了となる。残りの授業時間には講義を行っている。成績は、出席と参加態度、レポートで総合的に評価している。

### 3. 学生が出展したブース

2001年(平成13年)から2003年(平成15年)に学生達が出展してきた内容は次の通りである。2001年;「アニメーションの原形を知ろう」、「パイプホン～どんな音かな～」、「釣り曲げドンを作ろう」、「スライム電池をつくろう」<sup>1)</sup>;2002年;「立体パイプ電話」、「光のふしぎ～万華鏡・人工虹～」、「ボワ～ン! 炎色反応」、「プラネタリウムで星空散策」<sup>2)</sup>;2003年;「電気パンをつくろう」、「水圧と気圧の不思議～ヘロンの噴水・教訓茶碗～」、「木炭電池をつくろう」、「ふしぎ!! ろうそくの火が!? ～炎色反応～」、「草で布を染めてみよう」、「灰を使ってこんにゃくをつくろう」<sup>3)</sup>。このうち、指導面で考えさせられたこと、参考になった展示等について述べる。

2001年の「アニメーションの原形を知ろう」では、演示の他に、子どもが自分でマジックで色を塗って持って帰れるアニメの円盤を、おみやげとして用意した。2日間で400個用意していたが、1日目ではほとんどなくなってしまい、学生達は、その夜大学に戻って徹夜で300個を作った。2日目は100個程余っていた。おみやげを出すブースをいくつか経験し、受け入れ人数を制限しないブースでおみやげを出す場合は、2日間で500～600個という目安が得られた。

「パイプホン～どんな音かな～」は、直径10cmの塩化ビニル管を音の高低に合わせて、自分達で切って組み立てた大作であった。作成に多くの時間がかかった上に、搬入、搬出が大変な作業であった。

「釣り曲げドンをつくろう」は、男子生徒4人でやっていたが、反省会で「なぜか子どもに怖がられ、寄って来てくれなかった。」という、報告があった。学生は参加する際、自分の好みではなく、子どもに受け入れられる服装や対応のしかたを考えておかなければならない。

2002年の「ボワ〜ン！炎色反応」では、カセットガスバーナーの炎に金属塩の溶液を噴霧し、色のついた炎を見せる、という演示を行った。色をはっきり見せるため、および液体の飛散を防ぐために黒色の衝立を作成し、机上には防火用に石膏ボードを敷くことにした。会場での排気と、火災報知器が鳴り出さないかが問題となり、「わかやま館」の御好意で、夏休みに学生とともに、ブースを置く場所を見せさせていただいて検討した。排気は、傍の窓を開けて換気し、火災報知器は、実験の炎では鳴らなかったが、ブースの近くだけ被うことを了承してもらった。

「プラネタリウムで星空散策」は、人が数人入って楽しめるドームを自作するという、意欲的な試みであった。「できるかな」という懸念もあったが、「まあ、やってみよう」ということになった。学生達は、家政教育の先生に教えてもらって天幕を作るなどしてがんばっていたが、骨組みを支える柱の強度が十分でなく、演示を行っていたときに、突然、崩れてしまった。その後、しばらくは再開できず、来てくれた観客を断らざるを得なかった。応急処置をした後、柱を人力で支えて行った。反省会では、学生達から「放課後、集まる都合がつかず、作成に十分時間をかけずに当日行ってしまった。お客さんに申しわけなく、残念です。」という発言があった。大がかりな出し物に限らず、準備は非常に大事だと痛感させられた。

2003年の「電気パンをつくろう」では、当日、説明をしている間に、子どもが電極板を接触させてしまい、ショートして、一時演示が中断した。電気関係のトラブルは他のブースにも影響するので、注意しなければならない。準備段階の実行委員会においても、小学校教員の委員から「子どもは何をするかわからんぞ」と注意を促す意見が出され、気をつけてはいたが、実際に起こってしまった。

「水圧と気圧の不思議〜ヘロンの噴水・教訓茶碗」では、水受けのビニルプールに穴が開いて、下に敷いたビニルシートが水浸しになり、さらに水が下に漏れ出した。会場のカーペットを汚さないよう急いで水を除こうとしたが、学生達はぞうきんや予備のパケツ等、ほとんど用意しておらず、「わかやま館」の清掃係の人に手伝ってもらった。「ヘロンの噴水」は勢い良く水を飛ばす演示なので、水の管理には十分注意するよう指示していたが、学生達は理解していなかった。演示や工作を子どもと一緒に行うのに夢中で、水のことは気が回らなかったようであるが、このトラブルの後は、

水の管理に配慮しながら行うようになった。

「灰を使ってこんにやくをつくろう」は、昔ながらの方法でコンニャク芋からこんにやくを作る過程を、実験しながら紹介するブースである。出展についての参考資料がなく、全くのオリジナルで、学生といろいろ予備実験を重ねて内容を練った。日本こんにやく協会からこんにやくの乾燥粉末を取り寄せ作ってみたが、完成するのに数時間を要することがわかり、これを30分間でどのように紹介するか、工夫した。こんにやくを固めるのに使う木灰の自作を試みたが、きれいな灰を大量に集めるのは難しかったので、学生がアルバイト先の焼肉店から分けてもらってきたものを使用した。油等が混じっていると考えられたので、作ったこんにやくは観客に試食させないようにした。こんにやくはアルカリで固めたものを茹でた後でも、アルカリ性を示した。これを野菜や肉、調味料などといっしょに調理している間にアルカリ性が緩和されることがわかった。観客に紹介すると、たいへん興味を持ってもらえた。さらに、葉のついた生のコンニャク芋を化学教室の高木一郎教授に提供していただいた。コンニャクの茎、葉を見るのは、皆初めてで、意外な形に驚いた。「科学まつり」当日には、葉、茎はすでに枯れていたもので、生芋とともに写真を展示した。コンニャク芋は知っていても、葉まで見た人は少ないと思う。野菜の生産現場と加工品を売っている市場の距離を感じた。このように、学生達といろいろな出展を経験しながら、実施についてのノウハウを積み重ねている。

#### 4. 「科学の祭典」取材レポート

これは夏休み中に他府県の「科学の祭典」を見学取材し、レポートするものであり、2003年から学生に課すようになった。きっかけは3. で述べたように、反省会でたびたび、学生から「もっと早くからしっかり準備しておくべきだった。」という発言が出たことによる。また、準備の段階で、学生が自分達で用意すべき用具について、指導者が用意してくれると誤解していることもあった。このようなことが起こる原因として、学生が「科学まつり」について全く、またはほとんど予備知識をもっていないことが考えられた。実際にこのような催しを見に行ったことのある者は少なく、何をどれだけ準備しなければならないのか、見当をつけにくいのではないかと考えられた。「科学の祭典」をよく知っている指導者側と学生の間に認識の差があった。そこで、夏休みに他府県で行われる「科学の祭典」を見学してもらい、それを参考にして自分達が参加する出展について見通しを持ってもらえるような課題を与えた。

##### 「科学の祭典、取材レポート」作成要領

課題1. 学籍番号と氏名

課題2. 見学した会場と日時

課題3. おもしろかったと思う出展を3つあげ、それぞれについて、なぜおもしろいと思ったのか、理由を述べよ。

課題4. 興味を持ったブースを1つ選び、1～2時間、そこで観察せよ。

4-1. 出展者はどんな準備をしているか(内容、用具、数量)。

4-2. 安全面への配慮

4-3. どのような説明、うけ答えをしているか。どんなところが上手だなあ、と思われるか。

4-4. おみやげを出しているブースについて、どのくらいの数量を準備しているか。

4-5. 工作・体験のブースについて、1回の受け入れ人数、および1日に行う回数。

4-6. 大がかりな装置を出しているブースについて、運搬、および組み立てに要する時間。

学生のレポートから引用する。なお、語句や表現を変え、編集してある。課題3. では、まず会場全体をひととおり見てもらい、興味を持った出展を3つあげてもらった。理由を書かせたのは、どのようなものがおもしろいのか自覚することで、自分が出展する際、他人に興味を持ってもらえるような展示、演示、説明を工夫する動機になることを期待したのである。レポートから例をあげる。廃材を用いて自作した「ハイブリッドカー」は、太陽電池と木炭電池を搭載した木製の車で、公道をも走れる、子どもが実際に乗って楽しめるところが良かった。見てみると突然、子どもがバックギアに入れてアクセルを踏んでしまい、後進してパネルを壊すというハプニングに遭遇し、子どもの予測外の行動を認識し、安全面を考えさせられた。

「牛乳パックでカメラをつくろう」では、どうやって作るのだろう、と思って行ってみたが、説明を聞きながら実際にやってみることで理解できたことが良かった。

「熱が振動を起こす」では、水スターリングエンジン装置を動かしながら少しずつ説明していく。なぜだろう、という問いかけをし、子ども達が口々に意見を出し合うが、答えはすぐに言わずに考えさせる、というやり方が上手だった。

「鏡であそぼう」は、用意した手作りの万華鏡で子ども自身で遊べる他、自分で作って持って帰れるおみやげが人気を呼んでいた。

「不思議な植物オジギソウ」は、身近にない植物を実際に手で触れることができ、与える刺激によって、オジギソウが示す異なる挙動を観察でき飽きなかった。

会場全体を見回って、学生達は分かりやすい説明や実験を工夫すること、自分で操作できるような出し物にすること、おみやげは効果的、安全面に配慮すること等を見て取ったことがわかる。

課題4. では、興味を持ったブースを長く観察し、

より詳細な出展のノウハウを取材してもらった。訪れた会場で、自分達の出展に参考となるような類似のものを探し、観察した記述が多かった。

「お天気を知らせるてるてる坊主をつくろう」を見て、自分達が出展する「木炭電池」と対比させ、安全面等について考えた。どちらも液体を扱うが、このブースではこぼれたときの吸水のために新聞紙を敷いていた。用いられている物質は危険ではないけれど、手を汚さないようにビニル手袋を使っていた。「木炭電池」では危険な水酸化ナトリウムが生成するので、手袋をつけさせよう、ということになった。小さな子どもが来るので、「イオン化傾向」等の難しい科学用語を使わず、わかりやすい言葉での説明を心がける。1回に行う人数と時間を決め、整理券を発行すること、机上に余計なものを置かないようにする、作り方を簡単に説明した紙を背後の壁に貼って理解の助けにする、など話し合った。

「カルメ焼きを作ろう」は、自分達が出展する「電気パンをつくろう」についてたいへん参考になった。特に衛生面では、水道水を汲み置かず、ミネラルウォーターを使う、1日目終了後、余った材料は2日目には使わない、用具は使う度にバケツの水で洗い、水を頻繁に汲み変える、などしていた。ガスコンロを使うので、子どもが火傷をしないよう注意していた。カルメ焼きについての説明はなかったが、重曹を加えてふくらませる肝心の場面では、「よく見てねー」と声をかけていた。観客から質問があると適切に答えていたが、原理を問う質問には返答できないときがあり、自分達が出展するときには、どんな質問にも答えられるように準備しなければと思った。

その他、大がかりな装置については、パイプホンを運んで組み立てるのに1時間かかった、プラネタリウムの作成に1か月かかり、会場で組み立てるのに2時間を要した、等の報告があった。また、おみやげについては、1日あたり、牛乳パックのカメラが200個、星図は300個、簡単なアニメーションが250個、ガラス細工のとんぼ玉が200個、大腸菌のDNAが150個、大阪大会の万華鏡は2000個、等の報告があった。レポートから、展示を詳しく見ることで実際に自分達の出展についてのイメージが具体的に描けるようになり、班の仲間との会話も、ここはこうしよう、こうした方がよい、と発展していく様子が窺える。10月の報告会では、実際に見に行こうとよくわかった、参考になった、という発言が多かった。また、自分達の本番へ向けての準備状況を尋ねると、簡潔な返答があり、足りないところ、やらなければならないことがはっきり見えてきたようであった。

## 5. 「科学まつり」体験レポート

いよいよ「科学まつり」本番の日となった。指導者

は全体の運営に追われるので、前日の搬入、ブースの設定、当日の実施等、すべて学生達にまかせてやらせている。ブースを設置がほぼ終わった時点で不具合がないか点検している。また、当日はたびたびブースを訪れて、順調に行っているか見回っている。

「科学まつり」が終わると、学生達には次の要領でレポートを作成させ、それを反省会で発表してもらう。レポートの内容は、2001年までは大まかに指示したのみであったが、レポートの質のばらつきが大きい、実施した体験を振り返り記録することは重要である、運営面、指導面で参考となる情報を収集する、等の理由で2002年以降、以下のような課題形式に整理した。

#### 「おもしろ科学まつり、参加、体験レポート」

- 課題1. 学籍番号、氏名
- 課題2. 出展したブース名
- 課題3. 出展の概要および基礎的な原理（必要ならば、図示）
- 課題4. 準備と実施（どのような準備をして、どのように実施したか、具体的に説明してください。）
- 課題5. 準備の段階でたいへんだったこと、工夫したこと
- 課題6. 当日、実施してみて印象深かったこと、考えさせられたこと
- 課題7. 実際にやってみて、途中から変更したこと（やり方、説明のしかた、おみやげの数、工作の場合の実験の回数、受け入れ人数等）
- 課題8. 「科学まつり」に参加して考えたこと、良かった点、批判、要望などがあれば書いてください。

学生の提出したレポートは毎年、「科学まつり」の後に発行される報告書にすべて掲載されている。「科学まつり」に参加するために、学生達は予備実験を重ねて適当な条件を見出し、さらに観客にやってもらうために工夫し、いろいろな準備をして本番に臨んでいる。そのような、課題5. に詳しく記載されている。ここでは課題6. ～課題8. に書かれた実施後の部分について、2002年（平成14年）<sup>4)</sup>、2003年（平成15年）<sup>5)</sup>のレポートから引用して述べる。

2002年、「プラネタリウムで星空散策」；当日、組み立てに午前中いっぱいかかってしまい、さらに途中で支柱が倒れて中断してしまった。後の上映では、時間の配分や観客の年齢、子どもの反響を見ながら、話の内容を変えて説明するのがだんだん上手になった。

「ボワーン！炎色反応」見えにくい炎色を見やすくするため、試料液を炎へ噴霧するやり方を変えた。子どもが全員体験できるよう、順番に並ばせて整理した。演示の順番を変えたり、説明を付け足したりした。当日になって予備実験が不足していたことがわかった。見せ方、説明のしかたまで気が回らず、花火と炎色の

関係など、身近な話題を取り入れればよかった。

「立体パイプ電話」；予想よりも最初、子どもが興味を示さなかった。地味である、と先生から指摘され、色紙で飾りを着けて目立つようにした。子どもの背が思ったより低く、届かないパイプの口がいくつもあった。1日目、自分達の班は、ただ展示しているだけであまり危険はないだろうと、ブースに誰も残っていない時があったが、先生に注意され、どんな事故が起こるかも知れないと後で反省した。パイプ電話で話す時、大声を出さないよう大きく書いた貼紙をしていたが、大声で叫んでしまう子どもがいて気を揉んだ。大人も興味を持ってくれた。

「光の不思議～万華鏡・人工虹～」；人工虹は意外に人気がなかった。一方、卵パックの万華鏡は、子どもも大人も驚いてくれた。工作は予約制にしたが、他のブースの実験と重なって来られなかったと言う人がいて、10分くらいの遅れには対応した。5歳～50歳くらいまで、多くの人が来てくれて、工作の回数を増やした。鏡や偏光シートがどこで売っているのか、とよく聞かれたが、用具を先生に調達してもらっていたので答えられなかった。自分達の材料については調べておけばよかった、と反省した。

2003年、「水圧と気圧の不思議～ヘロンの噴水・教訓茶碗～」；噴水については、装置の作り方、水を変える方法、水が吹き出ている時間、休憩の取り方など、準備不足だった。水漏れで、現地のスタッフの人に迷惑を掛けてしまい、ビニルシートを足して敷き直した。教訓茶碗を作って遊ぶ時、ビニルプールでやらせていたが、辺りが水浸しになるのを警戒して机上でやらせた。ぬれた茶碗を持ち帰る袋を準備しておらず、1日目が終わった後、買いに行った。用意した茶碗の工作セットが多すぎて、500程余ってしまった。子どもだけでなく、大人にもいろいろ質問されたが、説明はもっと工夫する必要があった。たとえ自分がわかっている、それを他人に伝えるのは難しい、人に説明できて初めて自分が「理解」できているのだらうなと思った。自分の気づかなかったことを知ることができ、先生の「予行演習」ができた。たくさんの子どもの顔が見れてよかった。

「灰を使ってこんにやくをつくろう」；演示をする時、最初は説明する人、用具を揃える人、と役割分担していたが、観客に操作の指示が徹底せず、実験の流れが途切れたりしたので、お互いに手伝って進めるようになった。準備と後かたづけに時間がかかるので、実験の回数を1回減らした。予約制にして受け入れ人数を決めていたが、予約をしていても来ない人がいたり、予約なしに飛び入り参加する人がいた。遅れて来た人、参加できなかった人には、適宜、追加講演を行った。人前に立つと緊張して説明がなかなかうまくできず、経験が大切と実感した。観客は思ったより、こん

にやくを混ぜたり、pH試験紙の色変化に興味を示したが、操作に夢中で説明を聞いてもらえず、進行上困ることもあった。作ったこんにやくを食べたいと言う人が多く、きれいな灰を使って食べられるこんにやくを作ればよかった、と残念に思った。

「草で布を染めてみよう」；最初は実験の前に、全員集めて説明していたが、グループ毎に1人付いて、一緒に実験しながら説明するように変えた。この方が観客にも話しかけやすく、細かく注意を払うこともできた。原理は子どもには難しいと思ったので、変化だけを先に見せた。すると子どもは、「何で？」と聞いてきた。説明より、どうなるのかということが、子どもには大切なんだと思った。子どもの服に染液が飛び散ってしまうことがあった。中にははしゃいで気が散ってしまう子もいて、そのときの対応が不十分だった。親にやらされる子と、自分の意志で来る子がいて、前者にはどうしたら興味を持ってくれるかもっと考えてやればよかった。「科学まつり」に参加するような子どもというのは、ある程度教養のある親を持っているので、今回のことで全ての子どもがわかったつもりになってはいけないと思う。参加しないような子にこそ、科学の楽しさをわかってもらうように考えていかなければと思う。やるまでは、これだけ準備して、もし人が来なかったらどうしようと心配していたが、たくさんの人が様々なブースを家族、友人と楽しんでいるのを見て、すばらしいと感じた。あまり子どもと接する機会がなかったので、とても良い経験になった。たった2日間の準備をするのに、あれだけ時間がかかってしまった。学校の先生達は授業の準備をするのは大変だろうと思った。

「木炭電池を作ろう」；ときどきメロディーチップが鳴らないことがあったが、その度に原因が異なっていた。木炭や他の用具を細心の注意で扱わないと実験がうまくいかなることを経験した。意外と大人が参加して、子どもを手伝うのではなく、自分が喜んで作っていた。実験器具をどこで買えばよいのか、よく質問されたが答えられず、調べておけばよかった。木炭を扱うのに、きれいな服装で来た人が多かったので、汚れないよう配慮しなければならなかった。来客が多かったので、最初に予定していた受け入れ人数と回数を、15人×5回から18人×6回に変更した。実験には予想していたよりも長く時間がかかったので、説明をポイントとなる部分だけにとどめた。

「電気パンをつくろう」；予約制にしていたが、私達の班は人数が少なく（注：受講生が途中で止めたため）、受付係をきちんと決めていなかったため、人数確認ができなかった。予約できなかった大勢の人達には、実験を見たり、手伝ってもらえるよう配慮し、通りがかった人にも試食してもらったが、予約した人から不満が出て、大勢の人に対応するのは難しいと思った。

1日目に子どもが電気をショートさせてしまった。原因として、1日目は実験回数を6個×9回、定員24人で始めたが、実際にやってみると設定時間がぎりぎりで、慣れないせいもあり、バタバタして子どもから目を離してしまったために、あの事故につながったと考えられた。それで2日目は、1日6回、18人に変更した。また、電極を接触させないために、みの虫クリップに割箸の枷をくくりつけるように、との助言を実行委員の先生からいただき、2日目から取り入れた。説明のパネルを、大人向けのものしか準備していなかったので、1日目のはじまる前にやさしいものを急いで準備した。小学生、中学生の子どもが多かったので、なるべく簡単な言葉に直して説明したが、わかりやすく教えるのはすごく難しいと痛感した。普段は子どもと接する機会が少ないので、幅広い年齢の子ども達と話すことができてよかった。電気パンが出来上がった時、驚いたようすで歓声をあげ、拍手をくれたこともあった。多くの人に「おいしい」、「すごいね」と言ってもらえた時はとてもうれしかった。夏休みからの準備は大変だったけれど、教員免許を取得するうえでよかったと思う。

「不思議！！ろうそくの火が！？」；最初は時間を決めてやったところ、実施時間が予定より短く、スムーズにすんだ。次々と人が来て、待たせるのが気の毒だったので、ある程度人が集まったら始めるというやり方で3、4回たて続けに行い、20～30分休憩、準備してまた始めるという形式に変えた。実行委員の先生から、予約制のブースが多くて参加できない客が多いので、このようなフリーの形式は助かると言われた。形式を変えたために、2日目の材料まで1日で使ってしまう、1日目終了後、原料を大学に取りに行った。おみやげのろうそくが、会場の温度が高いために融けやすくなったので、ステアリン酸の量を増やした。最初、子ども達の前に立って説明するのは、緊張した。炎色反応という難しい内容をどのようにしたら子どもにわかってもらえるのか、説明のしかたが一番苦労した。各自がそれぞれ考えてきたのを合わせながらアドリブで始め、改良して演示したが、もっとよく考えておいたらよかったと思った。1階のステージ実験を見て、先生の話しの進め方や、子ども達への質問の投げかた等に関心し、自分達の演示にも取り入れて工夫した。

## 6. 指導方針および「科学の祭典」についての考察

「中等理科教育法B」の授業として「科学まつり」に参加する目的としては、大きく分けて次の2つの実践力育成があげられる。第1は理科の実験観察用器材の開発能力であり、第2は、それらを用いて実際に市民と語り合い、他の展示を見て学びながらの、コミュニケーションおよび教授法の開発能力である。このうち前者については、本番前に大学で時間をかけて行う。

昨今は「理科離れ」が叫ばれ、子ども、あるいは生徒が興味を持てるような理科の実験教材の工夫が盛んになってきた。このような実験マニュアルは出版物やインターネットで多数紹介されている。それらを参考にして実際に活かそうとするときには、必ず予備実験をしなければならない。理由は、紹介されている実験がやってみるとテキストどおりうまくいかないことがある、テキストのままの条件で導入することができない等である。そこで予備実験を重ね、それぞれの発表の場において他人にやってもらうときに、スムーズに行える状態を設定していくことが必要である。これが不十分だと本番で出し物自体に手を入れなければならなくなり、観客の応対という、第2の目的へのチャレンジが十分にできなくなる。従って、「科学まつり」の前までに、観客の前でひととおり実施できるレベルに到達しておく必要がある。しかし一部には、明らかに知識、経験不足からくる不備が見られ、実験がストップしてしまうこともあった。観客の前でうまくいかなかったりすると、学生達の失望感と残念さが残ることが、反省会での発言やレポートから窺えた。しかし、準備の段階でいくらしっかり準備するように言っても、学生達はその重要性をあまり理解していないようであった。それで、第1の対策として、準備の段階で指導を強化した。

夏休みに予備実験を始めるときから、出展内容に関連する実験マニュアルや原理についての資料を与えるようにした。内容について自分達で調べるように指示しても、ほとんどの学生はインターネットや図書館で書庫を探すだけである。インターネットの資料は紹介程度の記事が多く、校閲がないので、ときには誤りがある。また、図書館では目的に合う本が見つからない場合がある。学生だけで資料を探させると不十分と見受けられたので、指導者が適当な資料を配付するようにした。出展に関する資料なので、説明の参考にしようという興味を持って読んでいるようである。予備実験は、学生自身で一から始めるので、最初からうまくいくとは限らない。うまくいかず困っているときは、適当にアドバイスしたり、いっしょに実験して、続きをやるよう促す。基本の実験ができるようになった班では、さらに観客にやらせるときの実験条件をいろいろ工夫するよう勧める。学生とときどき連絡を取って話しを聞いたり、到達度を確認したりする。だいたい、滞りなくできる段階まで見届けて、細部は学生達にまかせ、学生主体の方針は維持するようにしている。予備実験は、班毎に自主的に集まって行うので、学生達は時間を合わせるのに苦労するようである。数少ない授業の時間を準備の時間に当てたいと言う要望が多いので、「科学まつり」全体の運営に関するお手伝いをできるだけ減らしてやらなければならないと思う。

この作業と並行して第2の対策として、4. で述べ

たように、「科学まつり」への意識を高めるために、他の「科学の祭典」を見学させるようにした。2003年から見に行かせたことにより、第1の実践力、実験器材の開発がより充実し、第2の実践力、観客への対応力を高めるのに大きな効果があったように思われる。

5. での、「科学まつり」終了後に書かせたレポートを2002年と2003年で比較してみると、前者では実験、および説明両面の準備不足を反省している記述が多いのに対し、後者では明らかに減っている。他人の出展を参考にして、自分達の出展について細かく考えたことが、レポートの準備段階で工夫したことの中に詳しく書かれていた。かわりに観客への説明や応対のしかたについての詳細な記述、反省が多くなり、観客をよく観察し、考えていたことがわかった。実際にやってみて、やり方を柔軟に変えていた。「科学まつり」では、子どもだけでなく、いろいろな人が訪れる。小学生低学年の子は、親に連れられてやって来る。同伴してくる小さい弟、妹の幼児、祖父母にも対応しなければならない。このような機会は、大学祭の他には、めったにないが、大学祭とは異なり、学問的な内容を見せて説明しなければならないので、緊張を伴った経験である。親子連れで来られる観客と接して、学校で働くことには、生徒に教えるだけでなく、保護者とのつきあいも含まれることがよく認識されるようである。大勢の方が早朝から来られるので、気分が盛り上がり熱心に接待するうちに、学生達は、自然と大人向け、子ども向けの説明を考え、工夫するようになる。実施しながら、実験の進め方や説明を変更し、だんだん上手になるようである。当日、観客との接し方をいろいろ話し話がはずむと、学生の達成感が大きいようである。

「科学まつり」の指導を通して感じられることは、相手に「やって見せる」、「実際にさわる、やらせる」手法がとても大切だということである。「草で布を染めてみよう」の準備段階で、改めて考えさせられた。草木染めに詳しい経験者がおらず、最初、学生が詳しいテキストを持ってきたが、材料や道具がなく、直ちにテキスト通りに追試することができなかった。摘んできたセイタカアワダチソウを用い、適当に実験してみたが、きれいに染まらず、学生は不満そう、とともに不安そうだった。レポートには、「やる気をなくしかけました。」とある。そんな時、NHKで草木染めの番組が始まり、そのビデオを皆で見て、具体的にどうしたらよいのか、細かい点までわかったのだった。用具や操作のコツ等については、テキストに詳しく書いてあっても、実際に見るよりわかりやすくできないだろう、と思った。この後、実験を行うとうまくいったので、学生達は見通しが開けたらしく、自分達で幾度も打ち合わせ、実験を重ねて準備していた。

科学のいろいろな原理は、身の回りの現象から注意深く取り上げられ、簡潔かつ抽象的な概念に洗練され

て記録されている。科学を専門的に学ぶことは、この抽象性に親しみ、さらに詳しく調べて進める過程である。そのうち一部は生活に応用され、科学の成果が一般の人に還元される。科学の発展はこのような構図で、多くの専門家の情熱によって押し進められ、社会と関わってきた。15世紀のルネサンス以来、近代科学の精神が少しずつ拡がり、それまで解明できなかった、あるいは見落とされていた身の回りの現象により広く深く興味を持たれるようになった。18世紀以降、急激に発展した近代科学の歴史はたかだか400年程度であり、他の分野と比べると、人類の文化としての日は浅い。しかしながら、この100~200年に社会に及ぼした影響は非常に大きい。そして現代、とくに1980年くらいから、それまで伝統的に区切られた各分野において、ひたすら専門的に微細な部分を追求するだけでなく、他の分野と連携して分野間に横たわる諸問題を解明しようと意図されるようになってきた。それは1つには、各専門分野が、ある種の飽和状態に達しつつあると研究者に感じられたことと、もう1つは、エレクトロニクス技術の発展により、測定機器や解析技術が飛躍的に発展し、複数の分野にまたがる複雑な問題を扱うことが可能になってきたことによる。例えば、構造生物学は、蓄積されてきた生物学の知見に、高度なX線結晶解析、電子顕微鏡や核磁気共鳴の技術とコンピュータグラフィクス技術等が参入して興ってきた新分野である。このように複雑化しながら、ますます先鋭化している科学の次の担い手を多く確保するため、人々に広く科学を紹介し、親しんでもらう活動の必要性が高まってきた。

多くの研究者のおかげで、私達は、高度な科学の成果に囲まれて暮らしている。にもかかわらず、多くの人々が科学の考え方、科学的概念を人類の若い文化として認知し、親しみを持っているとはいえない。原因の1つとして、まず、人々に科学を紹介し、科学に親しむ機会が少ないことがあげられる。少ないというのは、美術展や音楽会、スポーツイベント等と比較してである。もちろん、科学にはいろいろな制約があり、他の分野と性質が異なるので、このような単純な比較は乱暴であるが、とにかく科学への馴染み感薄い。近年は欧米を見習って、各地に科学館が整備されており、説明的な展示の他、自分で操作して確かめられ、遊べる用具も多数工夫され、置かれているが、平日、観客は少なく、スタッフも展示室でほとんど見かけない。道具は揃えてあるが、語りかけ、いっしょに遊んでくれる人がいない。科学館は、科学に関する事物を揃え、保管するために重要な役割を果たしている。しかし、それらが多くの人に利用されているという印象は希薄である。

一方、同様に近年、各地で行われるようになってきた「科学の祭典」は盛況である。観客は各ブースの出

展と科学的な出し物を通して語り合い、楽しんでいるようにみえる。和歌山大会においても、観客の反応は好意的で、もっと頻繁にやって欲しいという要望が多い。科学の出し物は、人体展や恐竜展で見られるような強いインパクトを与えるものもあるが、内容を説明しながら見せないというのが多い。それは科学が力や電流、イオン、原子や分子等、直接見ることのできない、あるいは、宇宙、天体の動き等、大きさを実感できないものを扱い、客観的、抽象的、論理的で、段階を踏む思考の基に成り立っているからである。このような場合には単に物や説明パネルの展示だけでは不十分で、実際に人から人へ実物を見せ、体験させ、会話しながら伝えていく、より手間のかかる方法が効果的と思える。この方法で全ての人の科学的な能力がすぐに向上するとは思えないが、少なくとも親しみは持ってもらえると思う。ここに述べた「科学まつり」での学生の指導については、対症療法的な細かい事柄の羅列である。しかし、人を相手にするときには、このようなノウハウを積み重ねていくことが必要であり、客観的な人間観察に基づく1つの技術といえよう。このような技術は、科学の世界では、専門的探究と比べて重要視されてきたとは決していえないが、人によって抽象性を高められた科学の原理を広く人々に伝えるときには、再び卑近さ、卑小さが求められる。科学を紹介する機会は、できるだけ頻繁に行われることが望ましいと思われるが、現在はこのような催しを支えているのは主に教育界のボランティアであり、いろいろな制約のためにそんなに多くは開催できないし、科学の発展の速さと拡がりを考えると、このような人達だけに科学を広め、「理科離れ」を防ぐ任を負わせるのは、はなはだ疑問である。科学の世界、およびその必要性を多くの人に認めてもらうためには、それらを伝えるために、多くの研究者、技術者、教育現場の人がいろいろな形で一般の人とのふれあいの活動に参加し、持続させていくことが重要であると考えられる。一般の人や子どもには難しいからという理由で見せないのではなく、本物の良質な科学について、基礎や応用、最先端にわたって、それらに携わる研究者の努力とともに紹介することが必要である。

学生達は、「科学まつり」でいろいろな人と会話した体験から、特に理科の内容の説明について、より具体的に深く考えるようになるようである。それは、次の学年から行う教育実習で、45分~50分の授業の組み立てに思いを馳せるからに他ならない。「科学まつり」で行った、1つ、2つの題材に絞ったスポット的な説明の経験を出発点として、教育実習では理科の内容の流れに沿った説明を工夫し、授業を運営していく能力開発に繋がることが期待される。



## 7. 謝辞

「科学まつり」の用具の調達、および学生の指導には、本学部の中村文子氏に参加してもらっています。また、実行委員の先生方には、大変お世話になっています。ここに厚く御礼申し上げます。

## 8. 引用文献

- 1) 「青少年のための科学の祭典・和歌山大会」実行委員会編、発行、「青少年のための科学の祭典、2001おもしろ科学まつり・和歌山大会ガイドブック」、p.25, p.28, p.29, p.30. 2001年。
- 2) 「青少年のための科学の祭典・和歌山大会」実行委員会編、発行、「青少年のための科学の祭典、2002おもしろ科学まつり・和歌山大会ガイドブック」、p.25, p.29, p.33, p.41. 2002年。
- 3) 「青少年のための科学の祭典・和歌山大会」実行委員会編、発行、「青少年のための科学の祭典、2003おもしろ科学まつり・和歌山大会ガイドブック」、p.15, p.19, p.28, p.33, p.38, p.40. 2003年。
- 4) 宮永健史、神田和香子、「平成14年度教員養成学部フレンドシップ事業報告書「中等理科教育法B」」p.p.33～50、和歌山大学教育学部、2003年。
- 5) 宮永健史、神田和香子、「平成15年度教員養成学部フレンドシップ事業報告書「中等理科教育法B」」p.p.22～69、和歌山大学教育学部、2004年。